

Grzegorz DYRBUŚ¹
Krzysztof LIS¹

POMIAR TEMPERATURY WIERTŁA KRĘTEGO METODĄ PIROMETRYCZNĄ

Jedną z pośrednich metod identyfikacji stanu ostrza w procesie skrawania jest pomiar temperatury. Temperatura skrawania to bardzo ważny czynnik wpływający zarówno na właściwości fizykalne materiału skrawanego jak i materiału narzędzia. Zjawiska cieplne występujące w strefie skrawania, a przede wszystkim temperatura ostrza, wpływają zdecydowanie na trwałość narzędzia, a w efekcie na koszt i wydajność obróbki. Artykuł przedstawia badania, które stanowią fragment prac związanych z opracowaniem modelu numerycznego do wyznaczania rozkładu temperatury ostrza narzędzia skrawającego na przykładzie procesu wiercenia. Celem badań było określenie pola temperatury składników procesu skrawania podczas wiercenia otworów wiertłem krętym, dla różnych parametrów skrawania, różnych średnic narzędzia oraz różnych właściwości powierzchni narzędzia. Badania przeprowadzono celem zweryfikowania przydatności metody pirometrycznej zaproponowanej w pracy [5].

1. WPROWADZENIE

Proces wiercenia ze względu na zjawiska występujące w strefie skrawania jest bardzo złożony. Brak bezpośredniego dostępu do strefy skrawania utrudnia, a wręcz uniemożliwia pomiar temperatury. Rozwój technik pomiarów temperatury metodami bezkontaktowymi, które bazują na energii promieniowania cieplnego emitowanego przez wszystkie ciała o temperaturze wyższej od temperatury zera absolutnego, stwarza możliwość stosowania tych metod do identyfikacji pola temperatury w procesie skrawania.

2. KONCEPCJA POMIARÓW

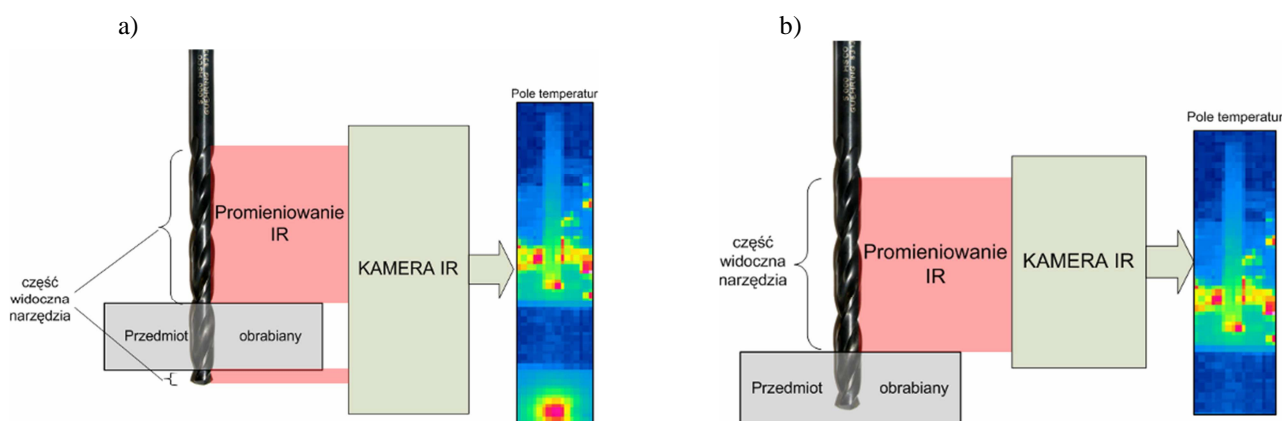
Głównym założeniem metody identyfikacji temperatury narzędzia w procesie skrawania jest koncepcja wykorzystania narzędzia jako czujnika temperatury. Podejście pozwala na nieingerowanie w proces skrawania, szczególnie tam gdzie dostęp do strefy skrawania jest utrudniony, jak to ma miejsce w przypadku wiercenia.

Metody pomiarowe określające temperaturę ciała na podstawie jego stanu energetycznego, wymagają precyzyjnego zidentyfikowania tych właściwości ciała, które

¹ Katedra Budowy Maszyn, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska w Gliwicach,
E-mail: krzysztof.lis@polsl.pl

opisują jego zdolność do emisji promieniowania. Promieniowanie cieplne emitowane przez poszczególne składniki procesu skrawania może nieść za sobą informację o temperaturze tych składników, pod warunkiem określenia wyżej wspomnianych właściwości ciał. Problemy z nimi związane oraz próby ich rozwiązania można znaleźć m.in. w [1], natomiast w odniesieniu do składników procesu wiercenia w [2].

System monitorowania temperatury narzędzia nie powinien ingerować w sam proces skrawania. Ze względu na częstą wymianę narzędzia, implementowanie w nim czujnika z ekonomicznego punktu widzenia nie jest korzystne. Proponowana koncepcja systemu monitorowania wykorzystuje pomiar bezstykowy temperatury. Pomiar temperatury przy pomocy urządzeń pirometrycznych objęty ma być obszar narzędzia, „widoczny” dla tych urządzeń. W przypadku wiercenia otworów przelotowych jest to ta część wiertła, która nie bierze w danej chwili udziału w procesie skrawania i przez to jest cały czas „widoczna” oraz wierzchołek wiertła, który jest „widziany” tylko w chwili wyjścia narzędzia z wywierconego otworu (rys. 1a). Podczas wiercenia otworów nieprzelotowych „widoczna” jest jedynie część wiertła nie biorąca udziału w procesie wiercenia (rys. 1b).



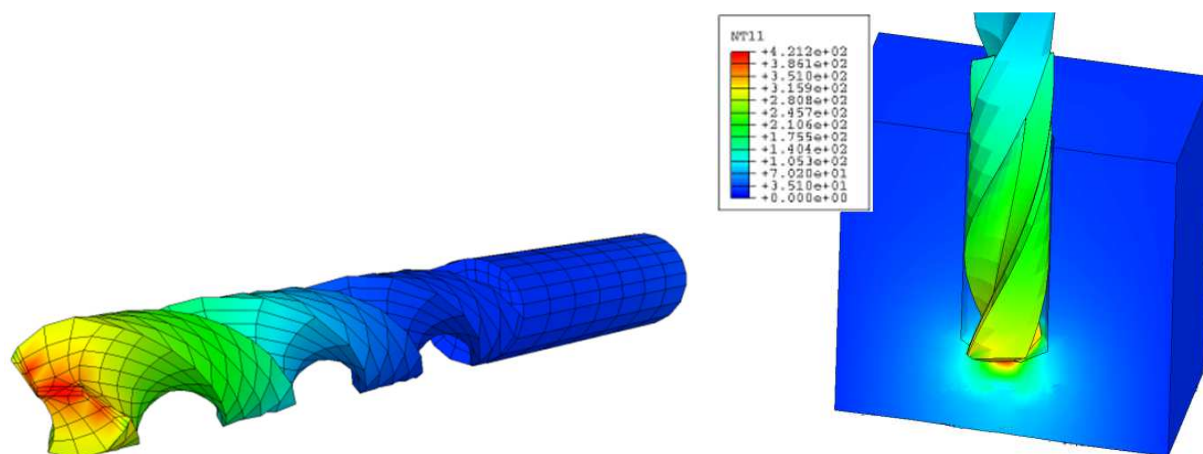
Rys. 1. Koncepcja pomiaru pirometrycznego temperatury narzędzia podczas wiercenia dla: a) wiercenia przelotowego, b) wiercenia nieprzelotowego [6]

Fig. 1. Concept of pyrometric temperature measurement of cutting tool during drilling for: a) through hole drilling b) blind hole drilling [6]

3. BADANIA MODELOWE

W celu zidentyfikowania temperatury w strefie skrawania przeprowadzono modelowe badania weryfikacyjne z użyciem metody elementów skończonych. Badania zrealizowano w środowisku MES ABAQUS przy użyciu modułu STANDARD symulując przepływ ciepła w stanie nieustalonym. Identyfikacje modelową przeprowadzono wykorzystując sparametryzowany model opracowany dla wiertel o średnicach 5mm, 8mm, 10mm, 13mm. Moc źródeł ciepła przyjętych do symulacji wyznaczono na podstawie badań eksperymentalnych momentu skrawania, z wykorzystaniem piezoelektrycznego czujnika siły osiowej i momentu firmy Kistler [4].

Wymuszenie cieplne zadawano w cyklach czasowych odpowiadających wierceniu poszczególnych otworów, zgodnie z programem wykorzystanym w badaniach przeprowadzanych na obrabiarce CNC.



Rys. 2. Przykładowy rozkład temperatury uzyskany w symulacjach rozptyłu ciepła dla wiertła o średnicy 5mm
 Fig. 2. Example of temperature distribution obtained as a heat transfer simulation result for 5mm twist drill

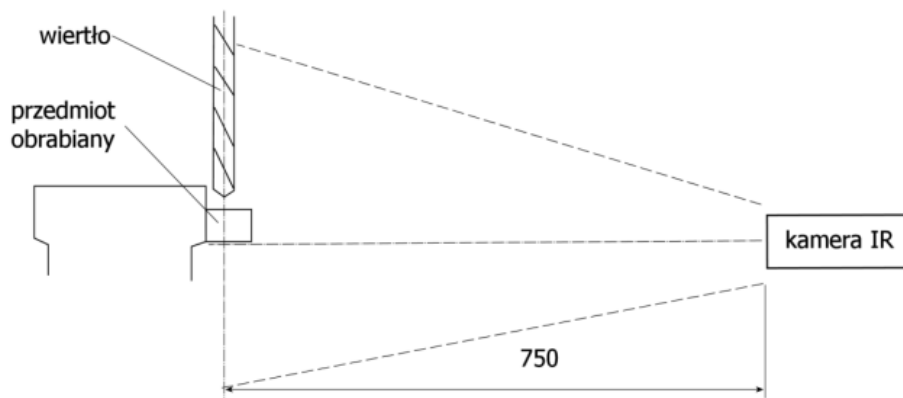
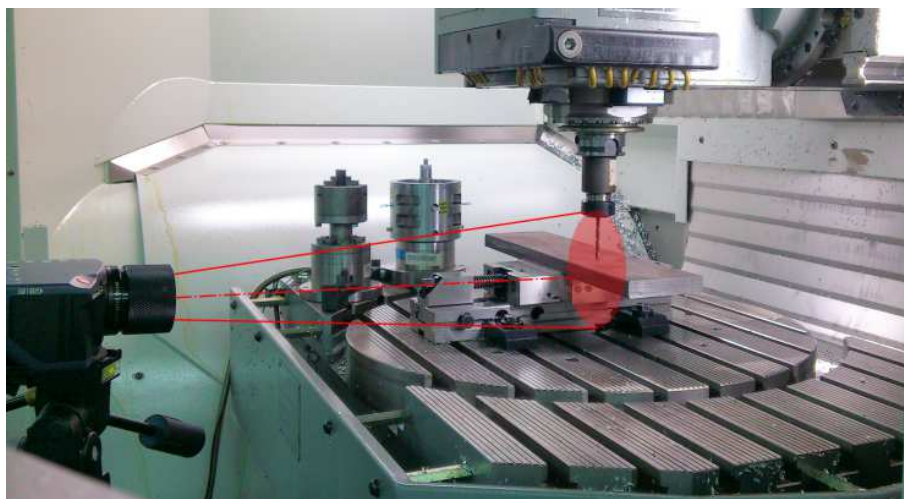
4. BADANIA EKSPERYMENTALNE

Pomiar temperatury narzędzia w celu weryfikacji temperatury w strefie skrawania przeprowadzono podczas wyjścia wiertła z otworu, przy założeniu, że otwory są wiercone przelotowo (pomiar „in-situ”). Dla maksymalnej temperatury uzyskanej z pomiaru przeprowadzono estymację parametrów modelu. Sparametryzowane zostały warunki brzegowe odnoszące się do mocy skrawania. Zmiennymi były również warunki przeprowadzenia symulacji, bazujące na cyklach pracy. Dobierano je na podstawie poszczególnych cyklogramów czasowych pracy obrabiarki.

Badania przeprowadzono na frezarce DMU 60 monoBLOCK (rys. 3). Do pomiarów temperatury użyto kamery termowizyjnej v50 firmy Vigo. Badania przeprowadzono w oparciu o plan zdeterminowany (tabela 1) obejmujący cztery parametry: posuw, prędkość skrawania, średnicę wiertła i pokrycie narzędzi. Przyjęcie takiego planu badań miało na celu wykazanie wpływu poszczególnych parametrów na pole temperatury, a szczególnie na temperaturę maksymalną narzędzia w procesie skrawania.

W badaniach stosowano wiertła kręte firmy Gühring o geometrii wg. DIN338; wykonane ze stali szybko tnącej kobaltowej. Wstępne próby przeprowadzono dla różnych sposobów wykonania powierzchni [3] (powłoki: Fire wg Gühring`a, TiN, TiAlN, powierzchnie: szlifowana, czerniona (parowana - steam tempered). Najkorzystniejszą z punktu widzenia pomiarów pirometrycznych okazała się powłoka czerniona, która jest wykonywana przez producenta standardowo bądź na zamówienie. Jej współczynnik emisyjności promieniowania podczerwonego jest najwyższy, a badania wykazały [5], że zmienia się on nieznacznie w funkcji zużycia wiertła.

Na podstawie katalogu producenta narzędzi [3] oraz wstępnych prób przeprowadzonych dla zastosowanych wiertel przyjęto prędkości skrawania 16 i 28m/min dla zakresu posuwów nr 4 i nr 5. Badania przeprowadzono dla stali St3 bez użycia cieczy obróbkowej.



Rys. 3. Konfiguracja stanowiska do pomiarów termowizyjnych – usytuowanie kamery [6]

Fig. 3. Configuration of the thermovision measuring stand – camera position [6]

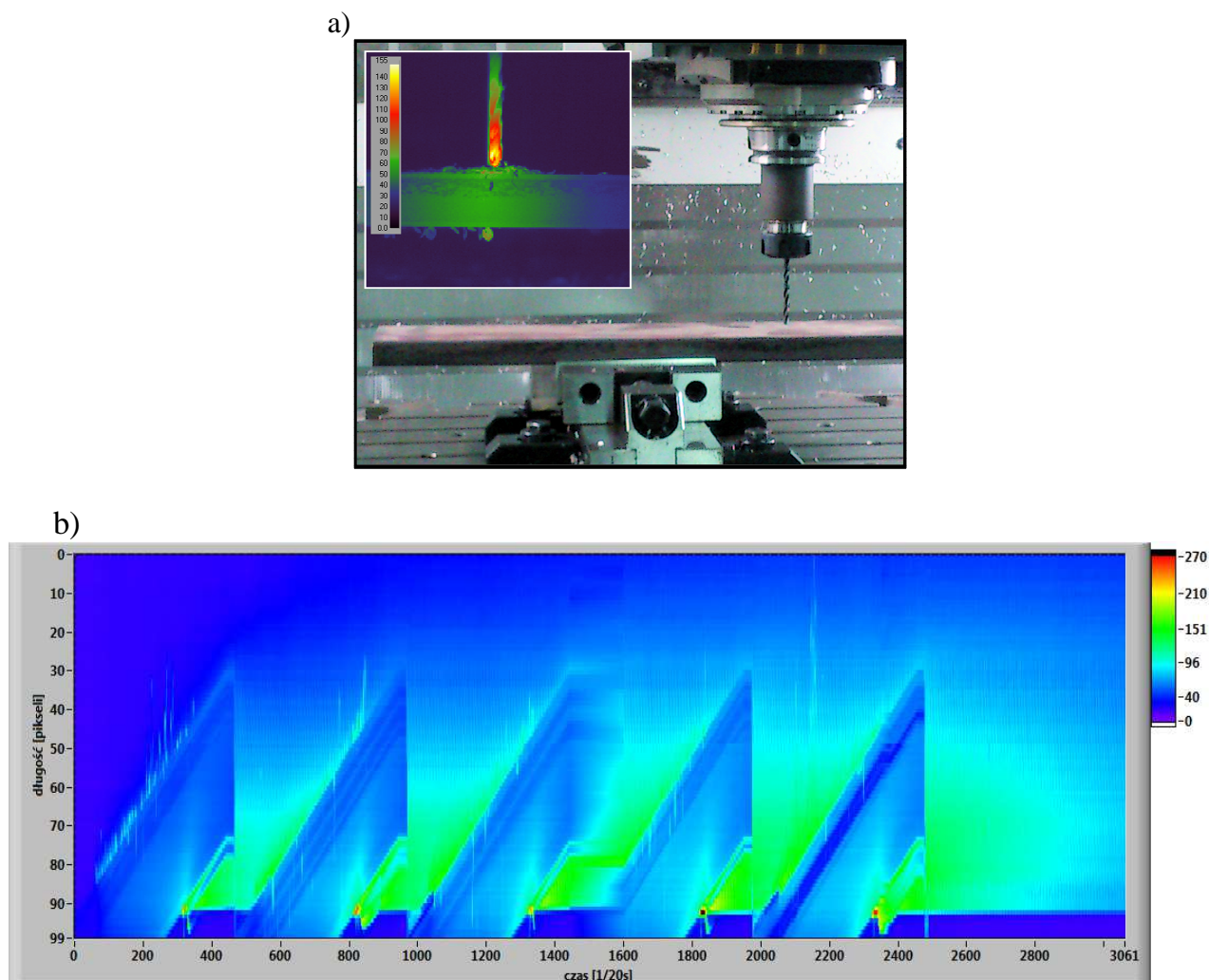
Rejestracja sekwencji odbywała się dla nastawionej emisyjności równej 1. Po przeprowadzeniu badań, zgodnie z założonym planem, dokonano programowej korekcji emisyjności dla potrzeb analizy wyników. Analizę sekwencji obrazów termograficznych realizowano w środowisku LabView. Obrazy termograficzne zapisane zostały w postaci macierzy dwuwymiarowych, zawierających wartości temperatury dla poszczególnych pikseli. Poszczególne macierze odpowiadają sekwencjom czasowym o okresie próbkowania 50ms (częstotliwość pracy kamery wynosiła więc 20 klatek na sekundę). Aby uzyskać rzeczywiste wartości temperatury poszczególnych obszarów, cechujących się jednorodną emisyjnością, zrealizowano programową korekcję emisyjności, przyjmując zmierzoną podczas badań temperaturę otoczenia równą 21°C oraz emisyjność rzeczywistą przyjętą jako emisyjność wiertła wyznaczoną w [2].

Tabela 1. Plan badań eksperymentalnych
Table 1. Experimental research project

Średnica wiertła D [mm]	Prędkość obrotowa n [obr/min]	posuw f [mm/obr]	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Czas wiercenia otworu t [s]
Kod posuwu wg Gühring`a: numer 4			Prędkość skrawania $v_c = 28$ m/min	
5	1783	0,08	28	8.4
8	1114	0,125	28	8.6
10	891	0,16	28	8.4
13	686	0,16	28	10.9
Kod posuwu wg Gühring`a: numer 5				
5	1019	0,1	28	6.7
8	637	0,16	28	6.7
10	509	0,2	28	6.7
13	392	0,2	28	8.8
Kod posuwu wg Gühring`a: numer 4			Prędkość skrawania $v_c = 16$ m/min	
5	1783	0,08	16	14.7
8	1114	0,125	16	15.1
10	891	0,16	16	14.7
13	686	0,16	16	19.1
Kod posuwu wg Gühring`a: numer 5				
5	1019	0,1	16	11.8
8	637	0,16	16	11.8
10	509	0,2	16	11.8
13	392	0,2	16	15.3

Analizując wyniki pomiaru temperatury wiertła podczas jego wyjścia z przedmiotu wierconego przelotowo realizowano algorytm wyszukiwania maksymalnej temperatury T_r z obszaru znajdującego się pod przedmiotem obrabianym. Rysunek 4a przedstawia konfigurację stanowiska oraz obraz termowizyjny rozkładu temperatury podczas wiercenia. Na rysunku 4b zamieszczono termogram, stanowiący autorskie podejście do wizualizacji rozkładu temperatury osi wiertła, w funkcji czasu dla wiercenia pięciu kolejnych otworów.

Wyniki pomiarów T_r dla poszczególnych otworów i różnych parametrów skrawania przedstawiono w tabeli 2. Zamieszczono w niej również podstawowe statystyki pomiarów. Aby umożliwić porównanie rozkładu temperatury uzyskanego w eksperymencie z wynikami badań modelowych, wykres rozkładu temperatury mierzonych wzdłuż osi wiertła dla dwóch przykładowych otworów (serie oznaczone jako „eksperyment otwór 4” oraz „eksperyment otwór 5”) przedstawiony na rys. 5, podzielono na cztery obszary (A, B, C, D). Pole oznaczone jako A obejmuje sygnał użyteczny z pomiaru temperatury wzdłuż osi wiertła. Obszar zawiera się pomiędzy częścią chwytową narzędzia w uchwycie a obszarem B, oznaczającym obszar zakłóceń pomiaru temperatury spowodowany wiórami. Obszar B ma różną szerokość zależną od zastosowanego narzędzia i parametrów skrawania. Dla jednego narzędzia szerokość obszaru A+B jest stała.



Rys. 4. a) Widok stanowiska wraz z przykładowym termogramem; b) rozkład temperatury wzdłuż osi wiertła w czasie dla pięciu kolejno wierconych otworów wiertłem o średnicy $D=5\text{mm}$ i parametrów $v_c=16\text{m/min}$ oraz posuwu nr 4 ($f=0,1\text{mm/obr}$) [6]

Fig. 4. a) Images statement in visible range and IR range for example frame; b) linear temperature distribution of drillier axis with respect to time for five successively drilled holes with 5mm diameter tool for cutting parameters $v_c=16\text{m/min}$ and feed rate no. 4 ($f=0,1\text{mm/rot}$) [6]

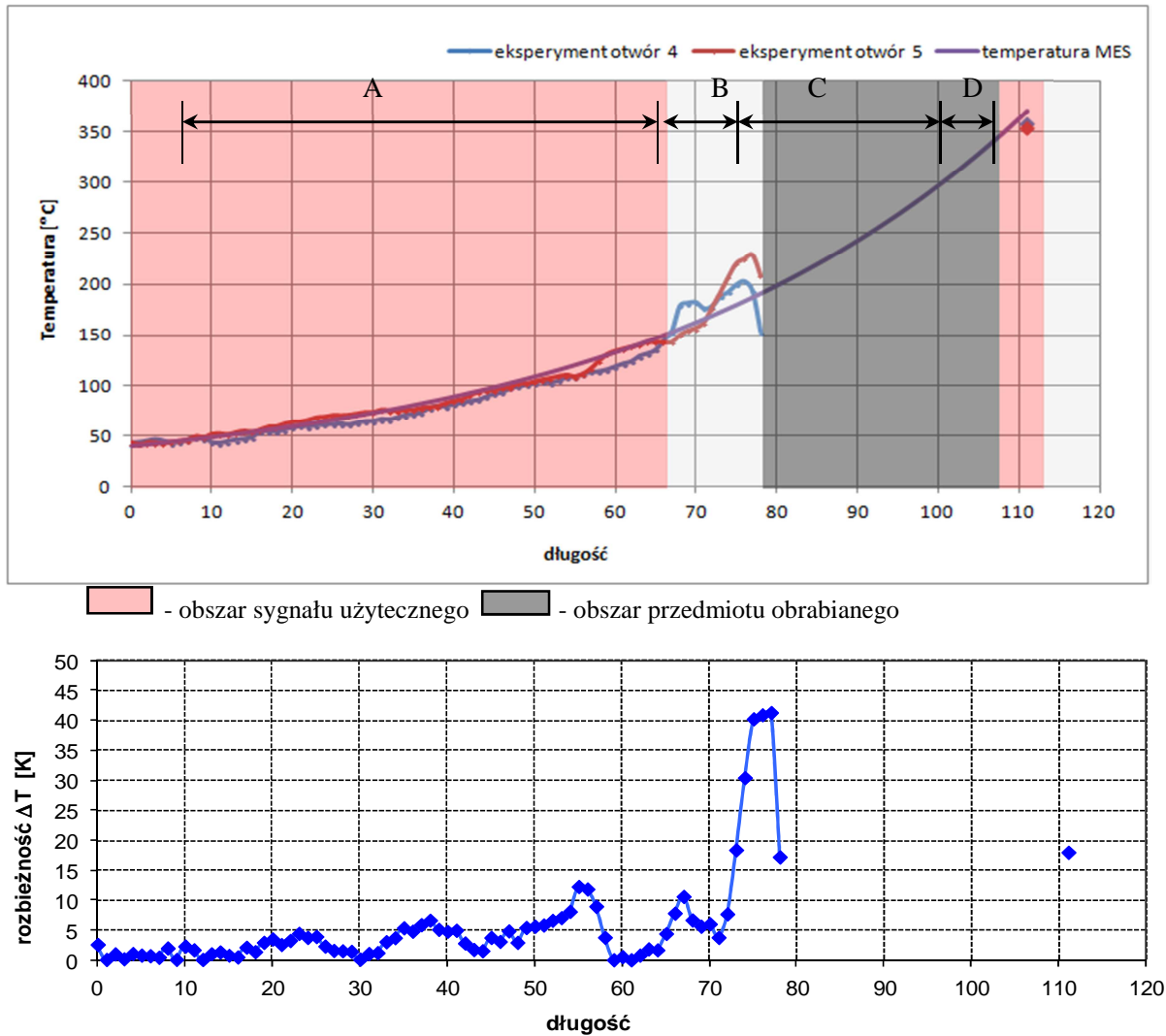
Obszar C oznacza bezużyteczną z punktu widzenia eksperymentu część sygnału, która reprezentuje temperaturę przedmiotu. Pole D natomiast, odnosi się do temperatury wierzchołka narzędzia i zawiera maksymalną wartości temperatury narzędzia, uzyskaną podczas wiercenia określonego otworu. Temperaturę odpowiadającą części A i B skorygowano do emisyjności wyznaczonej dla określonego wiertła, a dla obszaru D temperaturę skorygowano tylko o refleksyjność reflektora.

Temperaturę w obszarze D zarówno dla eksperymentu jak i modelu MES reprezentuje jedna wartość, równa maksymalnej. Wykres rozbieżności przedstawiono jako wartość absolutną z różnicy uzyskanej z badań modelowych i eksperymentalnych. Wykres ten obejmuje jedynie obszary A i D, przy czym w obszarze D rozbieżność wyrażona jest wartością punktową.

Tabela 2. Wyniki pomiarów T_r [6]
Table 2. Results of T_r measuring [6]

Typ pokrycia wiertła	Śred wiertła D [mm]	Prędkość posuw. f [mm/obr]	Prędkość skrawania v_c	T_r dla poszczególnych otworów [°C]					T_r śred [°C]	STD T_r [°C]	$T_{rE0.965}$ śred [°C]	STD $T_{rE0.965}$ [°C]
				1	2	3	4	5				
Kod posuwu numer 4			v_c 23m/min									
czernione	5	0,08	28	301.3	296.3	288.7	307.2	306.0	299.9	7.6	307.6	7.8
czernione	8	0,125	28	326.8	364.5	345.2	358.1	346.1	348.1	14.5	357.2	14.9
czernione	10	0,16	28	396.0	435.0	442.7	441.4	444.0	431.8	20.3	443.2	20.9
czernione	13	0,16	28	364.0	383.5	399.9	397.3	449.7	398.9	31.8	409.4	32.7
Kod posuwu numer 5												
czernione	5	0,1	28	317.3	306.4	339.9	340.9	333.9	327.7	15.2	336.2	15.6
czernione	8	0,16	28	404.5	374.0	391.9	394.6	397.7	392.5	11.4	402.9	11.7
czernione	10	0,2	28	432.1	454.4	466.3	468.2	469.5	458.1	15.7	470.3	16.2
czernione	13	0,2	28	395.7	407.6	393.9	398.3	413.0	401.7	8.2	412.3	8.4
Kod posuwu numer 4			v_c 16m/min									
czernione	5	0,08	16	240.9	249.5	234.8	288.8	267.8	256.4	22.0	262.9	22.6
czernione	8	0,125	16	269.4	288.6	294.0	310.3	312.1	294.9	17.5	302.5	18.0
czernione	10	0,16	16	311.9	362.5	237.3	349.8	348.1	321.9	50.9	330.3	52.4
czernione	13	0,16	16	373.5	358.9	387.9	391.3	387.3	379.8	13.5	389.8	13.9
Kod posuwu numer 5												
czernione	5	0,1	16	285.6	294.5	303.8	285.1	317.3	297.2	13.5	304.9	13.9
czernione	8	0,16	16	318.2	342.2	358.9	352.6	358.9	346.2	17.0	355.2	17.5
czernione	10	0,2	16	350.7	378.1	352.4	298.4	386.2	353.2	34.3	362.4	35.3
czernione	13	0,2	16	391.3	396.2	250.1	420.4	423.8	376.4	72.0	386.2	74.0

Aby umożliwić porównanie rozkładu temperatury uzyskanej z eksperymentu, dla dwóch przykładowych otworów (serie oznaczone jako „eksperyment otwór 4” oraz „eksperyment otwór 5”), z wynikami badań modelowych, wykres rozkładu temperatury mierzonej wzdłuż osi wiertła podzielono na cztery obszary A, B, C, D (rys. 5). Obszar A obejmuje sygnał użyteczny z pomiaru temperatury wzdłuż osi wiertła. Obszar ten zawiera się pomiędzy częścią chwytową narzędzia w uchwycie a obszarem B, oznaczającym obszar zakłóceń pomiaru temperatury spowodowany wiórami. Obszar B ma różną szerokość zależną od zastosowanego narzędzia i parametrów skrawania. Dla jednego narzędzia szerokość obszaru A+B jest stała. Obszar C oznacza bezużyteczną z punktu widzenia eksperymentu część sygnału, która reprezentuje temperaturę przedmiotu. Pole D natomiast, odnosi się do temperatury wierzchołka narzędzia i zawiera maksymalną wartości temperatury narzędzia, uzyskaną podczas wiercenia określonego otworu. Temperaturę odpowiadającą części A i B skorygowano do emisyjności wyznaczonej dla określonego wiertła, a dla obszaru D temperaturę skorygowano tylko o refleksyjność reflektora. Temperaturę w obszarze D zarówno dla eksperymentu jak i modelu MES reprezentuje jedna wartość, równa maksymalnej. Wykres rozbieżności przedstawiono jako wartość absolutną z różnicy uzyskanej z badań modelowych i eksperymentalnych. Wykres ten obejmuje jedynie obszar A i D, przy czym w obszarze D rozbieżność wyrażony jest wartością punktową.



Rys. 5. Rozkład temperatury wzdłuż osi wiertła uzyskany w wyniku symulacji MES oraz badań eksperymentalnych podczas wiercenia oraz wykres błęd dla parametrów: średnica wiertła: $D=10\text{mm}$, prędkość: $v_c=16\text{m/min}$, posuw: nr 4 ($f=0,2\text{mm/obr}$) [6]

Fig. 5. Temperature distribution along axis of drill obtained from simulation FEM and experimental research while drilling holes and differences diagram for parameters: drill diameter: $D=5\text{ mm}$, cutting speed: $v_c=16\text{m/min}$, feed rate nr 4 ($f=0,2\text{mm/rot}$) [6]

Analogicznie sporządzono wykresy porównujące wyniki badań eksperymentalnych z badaniami modelowymi, dla pozostałych parametrów skrawania, średnic wiertel oraz rodzajów powierzchni narzędzia. Zestawienie błędów uzyskanych w obszarze D przedstawiono w tabeli 3. Wartość błędu wyrażono procentowo w odniesieniu do wartości uzyskanej z eksperymentu. Oceniając wartość błędu, w 4 przypadkach na 16 analizowanych, przekroczył on poziom 20%. Generalnie, błąd jest również większy w przypadkach stosowania wiertel o mniejszej średnicy.

W tabeli 4 zestawiono szerokość obszaru zakłóceń (obszar przedstawiony jako B na rys. 5) wyrażoną procentowo w stosunku do całej długości narzędzia, bez uwzględnienia części objętej uchwytem.

Tabela 3. Porównanie badań modelowych z badaniami eksperymentalnymi
 Table 3. Comparison of model testing with experimental research

Typ pokrycia wiertła	Średnica wiertła D [mm]	Posuw f [mm/obr]	Prędkość skrawania Vc[m/min]	T _{rE0.965} [°C]	T _{MES} [°C]	ΔT [K]	ΔT% %	rozbieżność [%]
Kod posuwu wg Gühring: numer 4								
czernione	5	0,08	28	299.9	432.9	103.2	34.4	
czernione	8	0,125	28	348.1	412.6	12.3	3.5	
czernione	10	0,16	28	431.8	483.2	0.3	0.1	
czernione	13	0,16	28	398.9	416.2	2.0	0.5	
Kod posuwu wg Gühring: numer 5								
czernione	5	0,1	28	327.7	400.2	87.7	26.8	
czernione	8	0,16	28	392.5	352.1	16.7	4.3	
czernione	10	0,2	28	458.1	354.4	46.8	10.2	
czernione	13	0,2	28	401.7	482.6	83.2	20.7	
Kod posuwu wg Gühring: numer 4								
czernione	5	0,08	16	256.4	453.0	146.0	57.0	
czernione	8	0,125	16	294.9	401.8	45.3	15.3	
czernione	10	0,16	16	321.9	374.6	21.2	6.6	
czernione	13	0,16	16	379.8	450.8	22.2	5.8	
Kod posuwu wg Gühring: numer 5								
czernione	5	0,1	16	297.2	288.2	5.9	2.0	
czernione	8	0,16	16	346.2	381.0	66.7	19.3	
czernione	10	0,2	16	353.2	371.2	17.9	5.1	
czernione	13	0,2	16	376.4	432.8	42.9	11.4	

Zaprezentowane zestawienie pozwala sformułować wniosek, że zakłócenia sygnału użytecznego dla proponowanej metody pomiarów pirometrycznych zależą od zastosowanych parametrów skrawania. Dla wyższych parametrów skrawania oraz wiertel o mniejszych średnicach szerokość obszaru zakłóceń jest znacznie większa (sięgająca 25%) niż w pozostałych próbach skrawania (słupki oznaczone kolorem pomarańczowym).

Podsumowując – uzyskana rozbieżność zależna jest od wielu czynników. Na dokładność pomiarów uzyskaną w badaniach eksperymentalnych, wpływ mają: błąd określania współczynnika emisyjności powierzchni i absorpcyjności "ścieżki" (tłumienie promieniowania przez atmosferę), zakłócenia pomiaru spowodowane procesem skrawania oraz czynnikami zewnętrznymi itp. Ponadto błędem obarczony jest również model. W związku z powyższym, rozbieżność na poziomie 20% można traktować jako umiarkowaną.

Tabela 4. Szerokość obszaru zakłóceń
Table 4. Disturbance range

Typ pokrycia wiertła	Średnica wiertła D [mm]	Posuw f [mm/obr]	Prędkość skrawania Vc[m/min]	szerokość obszaru zakłóceń [%]	
Kod posuwu wg Gühring: numer 5					<p>szerokość obszaru zakłóceń [%]</p>
czernione	5	0,08	28	14	
czernione	8	0,125	28	15	
czernione	10	0,16	28	24	
czernione	13	0,16	28	52	
Kod posuwu wg Gühring: numer 4					
czernione	5	0,1	28	11	
czernione	8	0,16	28	15	
czernione	10	0,2	28	36	
czernione	13	0,2	28	26	
Kod posuwu wg Gühring: numer 5					
czernione	5	0,08	16	7	
czernione	8	0,125	16	19	
czernione	10	0,16	16	10	
czernione	13	0,16	16	21	
Kod posuwu wg Gühring: numer 4					
czernione	5	0,1	16	4	
czernione	8	0,16	16	25	
czernione	10	0,2	16	12	
czernione	13	0,2	16	23	

5. PODSUMOWANIE

Przedstawiona analiza wyników badań wykazała, że korzystniejsze z punktu widzenia zastosowanej metody pomiarów pirometrycznych jest stosowanie wiertel o wysokim współczynniku emisyjności (wiertła czernione), co wpływa na zwiększenie wartości sygnału pomiarowego. Nie jest koniecznym wówczas wzmacnianie sygnału przy pomocy kompensatora emisyjności, co spowodowało by również wzmocnienie zakłóceń. Większy współczynnik emisyjności powoduje również zmniejszenie współczynnika refleksyjności, a w konsekwencji zmniejszenie zakłóceń pomiaru wywołanych otoczeniem i wiórami.

LITERATURA

- [1] MICHALSKI L., ECKENSDORF K., 1986, *Pomiary temperatury*, WNT, Warszawa.
- [2] LIS K., 2006, *Problem emisyjności w pomiarach pirometrycznych temperatury*, Prace Naukowe Katedry Budowy Maszyn, 2, Gliwice, 201-212.

- [3] Katalog wyrobów firmy GÜHRING., 1996, *Precision cutting tools*, Standard Ganges, 6th Edition.
- [4] DYRBUŚ G., PASTUSZKA M., KOSMOL J., 2009, *Badania sił i momentu skrawania podczas wiercenia*, Prace Naukowe Katedry Budowy Maszyn, 1, Gliwice, 137-168.
- [5] LIS K., 2008, *Zastosowanie metod pirometrycznych do identyfikacji temperatury narzędzia podczas wiercenia*, Prace Naukowe Katedry Budowy Maszyn, 1, Gliwice, 11-142.
- [6] DYRBUŚ G., LIS K., 2013, *Badania eksperymentalne nad metodą wyznaczania temperatury ostrza wiertła krętego za pomocą urządzeń pirometrycznych*, Prace Naukowe Katedry Budowy Maszyn, 2/35, Gliwice, 89-98.

TWIST DRILL TEMPERATURE DETERMINATION USING THE PYROMETRIC METHOD

One of the indirect method of cutting edge condition identification during cutting process is the measurement of the cutting edge temperature. cutting temperature is the most important factor affecting for the physical and machining properties of the cutting material as well as for the tool material properties. Cutting zone phenomena, but first of all cutting temperature, is the most influencing factor for the tool life, and in the end for the cost and productivity of the machining process. The article present the part of researches for the numerical model of cutting zone temperature distribution determination for the drilling process. The main goal of the researches was to determine the temperature field distribution during the drilling with the various cutting parameters and tools diameter for the drilling with the twist drills with the different emissivity surface properties. The researches were made for the pyrometer method usability for the cutting temperature distribution determination during the drilling process.

Keywords: *twist drill, cutting process, temperature, pyrometer, measurement*